



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Implementación de protección contra descargas atmosféricas en proyecto
Toromocho fase 2

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR

Delgado Wong, German Alfonso

ORCID: 0000-0003-3667-0826

Lima, Perú

2024

Metadatos Complementarios

Datos del autor

Delgado Wong, German Alfonso
DNI: 10184357

Datos del jurado

JURADO 1

Pereyra Salardi, Enriqueta
DNI: 06743824
ORCID: 0000-0003-2527-3665

JURADO 2

Carbajal Olortigue, Luis Alberto
DNI: 09160106
ORCID: 0000-0001-5928-3971

JURADO 3

Aliaga Diaz, Reuter Arturo
DNI: 07229778
ORCID: 0000-0002-2785-0596

JURADO 4

Calderon Rufasto, Jacinto Cornelio
DNI: 10304133
ORCID: 0000-0001-8505-1808

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01
Código del Programa: 732016

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, German Alfonso Delgado Wong, con código de estudiante N°199516044, con DNI N°10184357, con domicilio en Avenida San Luis 1040, distrito de San Luis, provincia de Lima y departamento de Lima, en mi condición de bachiller en Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, declaro bajo juramento que:

El presente trabajo de suficiencia profesional titulado: “Implementación de protección contra descargas atmosféricas en proyecto Toromocho fase 2”, es de mi única autoría, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc.; la cual ha sido sometida al antiplagio Turnitin y tiene el 24% de similitud final.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de suficiencia profesional, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumo responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratifico plenamente que el contenido íntegro del trabajo de suficiencia profesional es de mi conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumo toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en el trabajo de suficiencia profesional y soy consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, me someto a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 19 de noviembre del 2023



German Alfonso Delgado Wong

DNI N°10184357

INFORME DE ORIGINALIDAD–TURNITING

Implementación de protección contra descargas atmosféricas
en proyecto Toromocho fase 2

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	creativecommons.org Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	idoc.pub Fuente de Internet	2%
4	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
6	www.phoenixcontact.com.ar Fuente de Internet	1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	1%
8	muqui.org Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

A mi esposa y mis hijos por ser motivo del esfuerzo de mi trabajo, ya que son la razón de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

METADATOS COMPLEMENTARIOS.....	ii
DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
INFORME DE ORIGINALIDAD-TURNITING.....	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: OBJETIVOS.....	2
1.1 Objetivos generales.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
CAPÍTULO II: IDENTIFICACION DEL PROYECTO.....	3
2.1 Aspectos generales.....	3
2.2 Ubicación.....	4
2.2.1 Área de Flotación.....	5
2.2.2 Área de Espesadores.....	5
2.2.3 Área de Truck Shop Antiguo.....	6
2.2.4 Área de Tuctu.....	6
2.2.5 Área de Truck Shop Nuevo.....	7
2.2.6 Área de Polvorín.....	7
2.3 Coordenadas del proyecto.....	7
2.4 Descripción del proyecto.....	9
2.4.1 Área de Flotación.....	9
2.4.2 Área de Espesadores.....	9
2.4.3 Área de Truck Shop Antiguo.....	9
2.4.4 Área de Tuctu.....	10
2.4.5 Área de Truck Shop Nuevo.....	10
2.4.6 Área de Polvorín.....	10
2.5 Memoria de Calculo.....	10
2.6 Definiciones.....	11
2.7 Generalidades.....	12
2.7.1 Protección Primaria.....	13

2.7.2 Criterio para la Aplicación de las Normas.....	14
2.7.3 Necesidad de Protección.....	14
2.7.4 Sistema de Puesta a Tierra.....	17
2.7.5 Protección Secundaria.....	17
2.7.6 Evaluación de Riesgos y Selección de Nivel de Protección.....	18
2.7.6.1 Calculo de Frecuencia de Impacto Anual de Rayos en la Región (Ng).....	18
2.7.6.2 Calculo Truck Shop Viejo, área equivalente de la estructura (Ae).....	20
2.7.6.3 Calculo de Coeficiente Ambiental (CD).....	20
2.7.6.4 Calculo de Frecuencia de Impacto anual de rayos a la Estructura (Nd)	21
2.7.6.5 Calculo de Frecuencia de Rayo Tolerable (Nc).....	21
2.7.7 Modelo Electro Geométrico.....	23
2.7.8 Niveles de Protección.....	24
2.7.9 Componentes para el sistema de Protección.....	25
2.7.10 Tipo de Terminales.....	27
2.7.10.1 Terminales Tipo Punta Franklin.....	27
2.7.10.2 Terminales Tipo Hilo de Guarda.....	27
2.7.10.3 Cables de Bajada.....	28
2.8 Uso de Estructuras.....	29
2.8.1 Puesta a Tierra	29
CAPÍTULO III: TRABAJO EXPOSITIVO.....	31
3.1 Definiciones.....	31
3.2 Descripción de las partidas	34
3.2.1 Área de Flotación y Espesadores.....	34
3.2.1.1 Montaje y Desmontaje de Andamios.....	34
3.2.1.2 Instalación de Estructura de Soportes.....	36
3.2.1.3 Habilitado de Mástiles Metálicos.....	36
3.2.1.4 Instalación de Mástil.....	36
3.2.1.5 Tendido de Hilo de Guarda Incl. Aterramiento.....	37
3.2.1.6 Prueba Eléctrica	38
3.2.2 Área de Truck Shop Antiguo.....	38
3.2.3 Área de Truck Shop Nuevo.....	38
3.2.3.1 Trazo y Replanteo.....	38
3.2.3.2 Excavación con Equipo para Mástil.....	38
3.2.3.3 Excavación con Manual para Pozo a Tierra.....	39

3.2.3.4 Solado de Concreto.....	40
3.2.3.5 Encofrado y Desencofrado de Base.....	40
3.2.3.6 Armado e Instalación de Mástil de Concreto.....	41
3.2.3.7 Concreto F' C=210 Kg/cm2 en Base.....	42
3.2.3.8 Relleno y Compactado.....	43
3.2.3.9 Relleno e Instalación eléctrica en Pozo a Tierra.....	43
3.2.3.10 Tendido de Hilo de Guarda.....	43
3.2.3.11 Prueba Eléctrica.....	44
3.2.4 Área de Polvorín.....	44
3.2.4.1 Trazo y Replanteo.....	44
3.2.4.2 Excavación con Equipo para Mástil.....	45
3.2.4.3 Excavación con Manual para Pozo a Tierra.....	45
3.2.4.4 Solado de Concreto.....	46
3.2.4.5 Encofrado y Desencofrado de Base.....	46
3.2.4.6 Armado e Instalación de Mástil de Concreto.....	47
3.2.4.7 Armado e Instalación de Mástil Metálico.....	49
3.2.4.8 Concreto F' C=210 Kg/cm2 en Base.....	51
3.2.4.9 Acero en Base para Mástil Metálico.....	51
3.2.4.10 Relleno y Compactado.....	51
3.2.4.11 Relleno e Instalación eléctrica en Pozo a Tierra.....	52
3.2.4.12 Tendido de Hilo de Guarda.....	52
3.2.4.13 Prueba Eléctrica.....	53
3.3 Ejecución de Protección contra Descargas Atmosféricas Variables.....	53
3.4 Planificación.....	54
3.5 Organización.....	54
3.6 Cronograma Macro.....	56
3.7 Análisis de restricción.....	57
3.8 Programación Mensual – Look Ahead	60
3.9 Programación Semanal.	63
3.10 Control y cumplimiento de actividades.....	64
3.11 Control de Costos.....	65
3.12 Control de Materiales.....	66
3.13 Presupuesto.....	69
CONCLUSIONES.....	70

RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS.....	73
Anexo A: Panel fotográfico.....	73
Anexo B: Planos del Proyecto.....	117

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos de ubicación del proyecto.....	9
Tabla 2 Daño por ocupación de uso, tabla H.1.2.....	16
Tabla 3 Factor de localización de la estructura	20
Tabla 4 Coeficiente de determinación estructural.....	21
Tabla 5 Coeficiente de almacenamiento.....	21
Tabla 6 Coeficiente de ocupación.....	22
Tabla 7 Coeficiente de consecuencias de rayos.....	22
Tabla 8 Niveles de protección máximos y mínimos de la corriente del rayo.....	25
Tabla 9 Cronograma macro.....	56
Tabla 10 Análisis de restricciones.....	58
Tabla 11 Programación mensual.....	61
Tabla 12 Programación semanal.....	63
Tabla 13 Control de costos.....	65
Tabla 14 Control de materiales.....	66
Tabla 15 Presupuesto general.....	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de ubicación de la Minera Chinalco.....	4
Figura 2 Fotografía área de Flotación.....	5
Figura 3 Fotografía área de Espesadores	5
Figura 4 Fotografía área de Truck Shop Antiguo.....	6
Figura 5 Fotografía campamento Tuctu.....	6
Figura 6 Fotografía área de Truck Shop Nuevo.....	7
Figura 7 Fotografía área de Polvorín.....	7
Figura 8 Coordenadas Toromocho.....	8
Figura 9 Mapa de niveles Isoceraunicos.....	19
Figura 10 Solución gráfica del equivalente Áreas de Colección para una Estructura.....	20
Figura 11 Diseño de protección contra rayos utilizando esfera rodante.....	24
Figura 12 Altura de terminal aéreo.....	27
Figura 13 Cables aéreos a tierra.....	28
Figura 14 Organigrama general.....	55
Figura 15 Programación proyectada vs real.....	64